



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

**VYHOTOVENÍ MAPOVÝCH PODKLADŮ
AREÁLU METRA V BLANSKU - JIŽNÍ ČÁST**

MAPPING SURVEY OF THE LOCALITY AREAL METRA COMPANY IN BLANSKO
- SOUTH PART

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Zubík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL KURUC, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie a kartografie (N)
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Tomáš Zubík
Název	Vyhotovení mapových podkladů areálu Metra v Blansku - jižní část
Vedoucí práce	Ing. Michal Kuruc, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, v aktuálním znění

Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, ČÚZK, Praha 2015

ČSN 01 3410 - Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy

ČSN 01 3411 - Mapy velkých měřítek - Kreslení a značky

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V lokalitě zadané společností Areal Metra a.s. v Blansku, vybudujte a zaměřte síť měřických stanovisek. Uskutečňte měření potřebná pro vyhotovení polohopisného a výškopisného plánu lokality, použijte metodu tachymetrie, případně RTK.

Zpracujte měření s požadovanými přílohami a vyhotovte účelovou mapu lokality v závazném souřadnicovém a výškovém systému.

Navrhněte způsob zpracování mapových podkladů, který by umožňoval k jednotlivým zaměřeným prvkům připojit popisné informace.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Michal Kuruc, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá polohopisným a výškopisným určením areálu Metra v Blansku, jeho jižní části. Obsahem práce je podrobný popis harmonogramu měřické části, výpočtů, grafického zpracování v programu GEOSTORE V6® a připojení popisných informací. Výsledkem je tištěná účelová mapa v měřítku 1:250 v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

KLÍČOVÁ SLOVA

Blansko, Areal Metra, účelová mapa, polární metoda, technická nivelace, GNSS, GEOSTORE V6®, popisné informace

ABSTRACT

The diploma thesis deals with planimetric and altimetry determination of the area Metro company in Blansko , its southern part. The content of the thesis is a detailed description of the schedule, survey section, calculations, graphic processing in the GEOSTORE V6® program, description information connection. The result is a printed 1: 250 scale maps in the S-JTSK coordinate system and the Bpv elevation system.

KEYWORDS

Blansko, Areal Metra, thematical large scale map, polar survey, engineering levelling, GNSS, GEOSTORE V6®, descriptive information

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Tomáš Zubík *Vyhotovení mapových podkladů areálu Metra v Blansku - jižní část*. Brno, 2019. 52 s., 2 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Michal Kuruc, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Vyhotovení mapových podkladů areálu Metra v Blansku - jižní část* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2019

Bc. Tomáš Zubík
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Vyhotovení mapových podkladů areálu Metra v Blansku - jižní část* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2019

Bc. Tomáš Zubík
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Ing. Michalu Kurucovi, Ph.D. za poskytnuté rady, konzultace a trpělivost. Dále děkuji Bc. Romanu Chaloupkovi za pomoc s měřickou částí práce, Ing. Pavlu Cimplovi z firmy GEOVAP a Ing. Tomáši Jelínkovi za pomoc při zpracování v softwaru GeoStore V6®. Děkuji svým rodičům a přítelkyni za veškerou podporu po celou dobu studia.

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	POPIS LOKALITY	10
2.1	Blansko	10
2.2	Metra Blansko	10
3	PRACOVNÍ HARMONOGRAM	13
4	MĚŘICKÉ POMŮCKY	15
4.1	Totální stanice	15
4.1.1	Trimble M3-DR2"	15
4.2	GNSS	16
4.2.1	Trimble R4-3	16
4.2.2	Trimble R6-4	17
4.3	Nivelační přístroje	18
4.3.1	Nedo F24	18
4.3.2	GP 20B	18
4.4	Pásmo	19
5	MĚŘICKÁ ČÁST	20
5.1	Rekognoskace lokality	20
5.2	Pomocná měřická síť	20
5.3	Metody určení pomocné měřické sítě	21
5.3.1	GNSS	21
5.3.2	Rajon	22
5.3.3	Nivelace	23
5.4	Podrobné měření	24
5.5	Číslování bodů	27
5.6	Kontrolní měření	28
6	VÝPOČET	29

6.1	Vyrovnání sítě.....	29
6.1.1	Polohové vyrovnání.....	29
6.1.2	Výškové vyrovnání.....	31
6.2	Výpočet podrobných bodů.....	32
6.3	Testování přesnosti	35
6.3.1	Testování přesnosti určení souřadnic	35
6.3.2	Testování přesnosti výšek	36
7	GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ.....	38
7.1	GeoStore V6®	38
7.1.1	Natažení bodů.....	38
7.1.2	Kresba.....	39
7.1.3	Revize.....	40
7.1.4	ADisplay.....	42
7.1.5	GSAtlas	43
8	PŘIPOJENÍ POPISNÝCH INFORMACÍ	44
9	ZÁVĚR	46
10	POUŽITÉ ZDROJE	47
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	49
12	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	50
12.1	Seznam obrázků.....	50
12.2	Seznam tabulek.....	51
13	SEZNAM PŘÍLOH	52

1 ÚVOD

Diplomová práce se zabývá zaměřením jižní části průmyslového areálu Metra v Blansku – jižní části, následným zpracováním a vyhotovením mapových podkladů v programu GeoStore V6®. Výsledky diplomové práce budou využity managementem Areal Metra, a.s. pro správu areálu.

Jelikož se jedná o rozlehlou a členitou lokalitu byl areál rozdělen na severní a jižní část, které se řeší v rámci dvou diplomových prací. Severní část zpracovává kolega Bc. Roman Chaloupka.

2 POPIS LOKALITY

2.1 Blansko

Město Blansko leží 20 km severně od Brna a protéká jím řeka Svitava, jak lze vidět na obr. 1. Na východ od města se rozprostírá CHKO Moravský kras, jedná se o výrazně zkrasovělé území tvořené devonskými vápenci. Lze zde nalézt přes 1100 jeskyní. Samo město je pro svou polohu nazýváno „Branou Moravského krasu“. [1] [2] V městě žije 20 572 obyvatel, což z Blanska činí, co do počtu obyvatel, 61. největší město ČR a 6. největší město v Jihomoravském kraji. [3]



Obr. 1 Blansko [zdroj podkladu: www.mapy.cz]

2.2 Metra Blansko

Areál bývalé Metry Blansko, státní podnik, leží v severní části města Blansko v k.ú Blansko [605018]. Areál včetně přilehlých ploch má rozlohu cca 8 ha. Jedná se převážně o rovinatý pozemek. Areál průmyslových objektů je oplocen, přilehlé plochy zeleně a parkoviště nikoliv, přestože patří také Metře.

Na sever od areálu Metry se nachází továrna firmy Pyrotek na výrobu žáruvzdorných materiálů pro slévárenský průmysl. Ze západu prochází okolo areálu frekventovaná ulice Poříčí (silnice II/374). Okolo jižní hranice areálu protéká potok Sloupečník – jeho koryto bylo také zaměřeno, protože bezprostředně sousedí s areálem Metry. Na obr. 2 je vidět jeden z několika záporných stupňů, které zmenšují přirozený sklon nivelety dna, který činí 1,97 ‰. Z východní strany tvoří okraj zájmového území ulice Pražská.



Obr. 2 potok Sloupečník

Areál je rozdělen na dvě části, které jsou odděleny plotem. Podle způsobu využití se dají nazvat částí průmyslovou a částí obchodní.

V průmyslové části areálu sídlí provozovny firem: METRA BLANSKO s.r.o.; Areal Metra, a.s.; Etampa Metra a.s.; Chemoplast BEC, a.s.; LEBECO, a.s.; Tech Aid Czech Branch s.r.o.; NOVATISK, a.s.; ALUPRESSING – slévárna, s.r.o.; MM KALÍRNA Blansko s.r.o.; ATONA, s.r.o.; Na obr. 3 je vidět vrátnice a vstup do průmyslové části areálu z ulice Pražská.

V obchodní části lze nalézt pobočky firem Stavebniny DEK a.s. a Ptáček – velkoobchod, a.s. Vstup do obchodní části areálu se nachází na druhé straně areálu na ulici Poříčí.



Obr. 3 Vstup do areálu Metry Blansko

Areál tvoří starší tovární a administrativní budovy, část z nich prošla rekonstrukcí. Součástí areálu je nezbytná síť komunikací, různé produktovody, travnaté plochy a několik stromů a keřů.

3 PRACOVNÍ HARMONOGRAM

Zaměření celého areálu Metry probíhalo celkem 28 pracovních dní. Vzhledem ke skutečnosti, že pomocná měřická síť je rovnoměrně rozmístěna po celém areálu a propojuje severní a jižní část, tak podrobné měření severní a jižní části probíhalo víceméně současně. Následně jsou zmíněny pouze informace a dny, kdy jsme pracovali na jižní lokalitě.

Pracovní dny:

- | | |
|------------|--|
| 23.9.2018 | Stabilizace pomocné měřické sítě body č. 4001-4013 a zaměření GNSS + podrobné měření bodů č. 1-247. |
| 24.9.2018 | Stabilizace pomocné měřické sítě body č. 4014-4016 a zaměření GNSS + podrobné měření bodů č. 248-311. |
| 28.9.2018 | Na stanovicích 4001, 4018 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. 312-502. |
| 30.9.2018 | Na stanovicích 4002, 4019 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. 503-846. |
| 13.10.2018 | Na stanovicích 4003, 4020 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. 1118-1441. |
| 19.10.2018 | Na stanovisku 4006 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. 1769-1928. |
| 22.10.2018 | Na stanovisku 4005 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. 1929-2024. |
| 9.11.2018 | Stabilizace pomocné měřické sítě body č. 4023-4026. Na stanovicích 4005, 4006 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. 2321-2485. |
| 19.11.2018 | Stabilizace pomocné měřické sítě body č. 4027-4028. Na stanovisku 4004 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. 2613-2632. |
| 25.11.2018 | Stabilizace pomocné měřické sítě body č. 4029-4030. Na stanovicích 4003, 4023, 4027 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. 2633-2914. |
| 30.11.2018 | Na stanovicích 4024, 4026 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. 2915-3124. |

- 18.12.2018 Na stanovisku 4028 a volném stanovisku 5001 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. 3125-3268.
- 19.12.2018 Stabilizace pomocné měřické sítě bod č. 4031. Na stanovisku 4030 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. 3288-3360.
- 20.12.2018 Stabilizace pomocné měřické sítě bod č. 4032. Na stanoviscích 4030, 4031 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. 3361-3647.
- 24.12.2018 Na stanoviscích 4031, 4032 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. 3649-3788.
- 11.1.2019 Stabilizace pomocné měřické sítě body č. 4035-4038. Na stanoviscích 4029, 4035, 4036, 4037, 4038 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. (1)3920 – (2)0166.
- 13.1.2019 Na volném stanovisku 5004 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. (2)0167 – (2)0202. Nivelace stanovisek.
- 14.1.2019 Nivelace stanovisek.
- 15.1.2019 Nivelace stanovisek, připojení na Kj3-48, kontrolní měření mezi body Kj3-48 a Kj3-49.
- 2.5.2019 Doplnění fotodokumentace.
- 3.5.2019 Stabilizace pomocné měřické sítě bod č. 4039. Na stanoviscích 4004, 4005 a volném stanovisku 5005 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. (2)0435 – (2)0483. GNSS zaměřeno kontrolně 25 bodů.
- 4.5.2019 Na stanovisku 4039 a volném stanovisku 5007 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. (2)0484 – (2)0499 a (2)1000 – (2)1041. GNSS zaměřeno kontrolně 54 bodů.
- 5.5.2019 Na stanovisku 4027 a volném stanovisku 5009 totální stanicí zaměřeny podrobné body č. (2)1069 – (2)1103. GNSS zaměřeno kontrolně 25 bodů.

System číslování bodů je popsán v kapitole 5.4. Číslování bodů

4 MĚŘICKÉ POMŮCKY

S ohledem na výslednou požadovanou přesnost podrobných bodů mapy dle 3. třídy přesnosti ČSN 01 3410 bylo zvoleno přístrojové vybavení, které je popsáno dále v této kapitole. Dalším neopomenutelným důvodem pro volbu přístrojů byla jejich uživatelská znalost. Přístroje byly zapůjčeny z geodetických sbírek Ústavu geodézie na FAST VUT v Brně, kromě GNSS přijímače Trimble R6-4, který byl zapůjčen z AdMaSu (Advanced Materials, Structures and Technologies) výzkumné instituce FAST VUT v Brně.

4.1 Totální stanice

4.1.1 Trimble M3-DR2"

Technické údaje: [4]

Měření délek:

Dosah

- Na hranol 1,5 m – 3000 m
- Na štítek 1,5 m – 270 m
- Bezhranolově 200 m při špatných podmínkách, při dobrých podmínkách výrobce uvádí dosah až 500 m

Přesnost (směrodatná odchylka dle ISO 17123-4)

- Na hranol $\pm(2 + 2 \text{ ppm} \cdot D)$ [mm] D....měřená vzdálenost
- Bezhranolově $\pm(3 + 2 \text{ ppm} \cdot D)$ [mm] D....měřená vzdálenost

Měření úhlů:

Přesnost (dle DIN 18723)

- $2'' = 6''$

Další informace:

- Dvouosý kompenzátor
- Zvětšení 30x

Při práci byly použity stroje s výrobními čísly: D036512, D036261, D036267, D036272. Jednu z použitých totálních stanic lze vidět na obr. 4.



Obr. 4 Trimble M3-DR2"

4.2 GNSS

4.2.1 Trimble R4-3

Technické údaje: [5]

Dvoufrekvenční přijímač (L1+L2)

Přijímá signály GPS a GLONASS

Přesnost RTK metody:

- Poloha $\pm(10 + 1 \text{ ppm} \cdot D)$
- Výška $\pm(20 + 1 \text{ ppm} \cdot D)$

Při měření byl použit stroj s výrobním číslem: 5345446904. Viz obr. 5.



Obr. 5 Trimble R4-3

4.2.2 Trimble R6-4

Technické údaje: [6]

Dvoufrekvenční přijímač (L1+L2).

Přijímá signály GPS, GLONASS, Galileo a BeiDou

Přesnost RTK metody:

- Poloha $\pm(10 + 1 \text{ ppm} \cdot D)$
- Výška $\pm(15 + 0,5 \text{ ppm} \cdot D)$

Při měření byl použit stroj s výrobním číslem: 5417463209. Viz obr. 6.



Obr. 6 Trimble R6-4

4.3 Nivelační přístroje

4.3.1 Nedo F24

Přístroj pro technickou nivelaci s kolimátorem.

Technické parametry: [7]

Zvětšení 24x

Střední km chyba 2,5 mm.

Na obr.7 lze vidět použitý stroj s výrobním číslem: W1762193.



Obr. 7 Nedo F24

4.3.2 GP 20B

Přístroj pro technickou nivelaci s kolimátorem.

Technické parametry: [8]

Zvětšení 20x

Střední km chyba 2,5 mm.

Na obr.8 lze vidět použitý stroj s výrobním číslem: B1009101.



Obr. 8 GP 20B

4.4 Pásmo

Při měření bylo použito ocelové pásmo v pouzdře o délce 20 m viz obr. 9.



Obr. 9 Pásmo

5 MĚŘICKÁ ČÁST

5.1 Rekognoskace lokality

První seznámení s lokalitou proběhlo při rekognoskaci za účasti vedoucího diplomové práce Ing. Michala Kuruze, Ph.D. a paní Kučerové, která je pověřená správou areálu. Zadavatel nás seznámil s lokalitou a specifikoval své požadavky na podrobnost zaměření. S vedoucím diplomové práce bylo po následné konzultaci stanoveno měřítko mapování 1:250.

5.2 Pomocná měřická síť

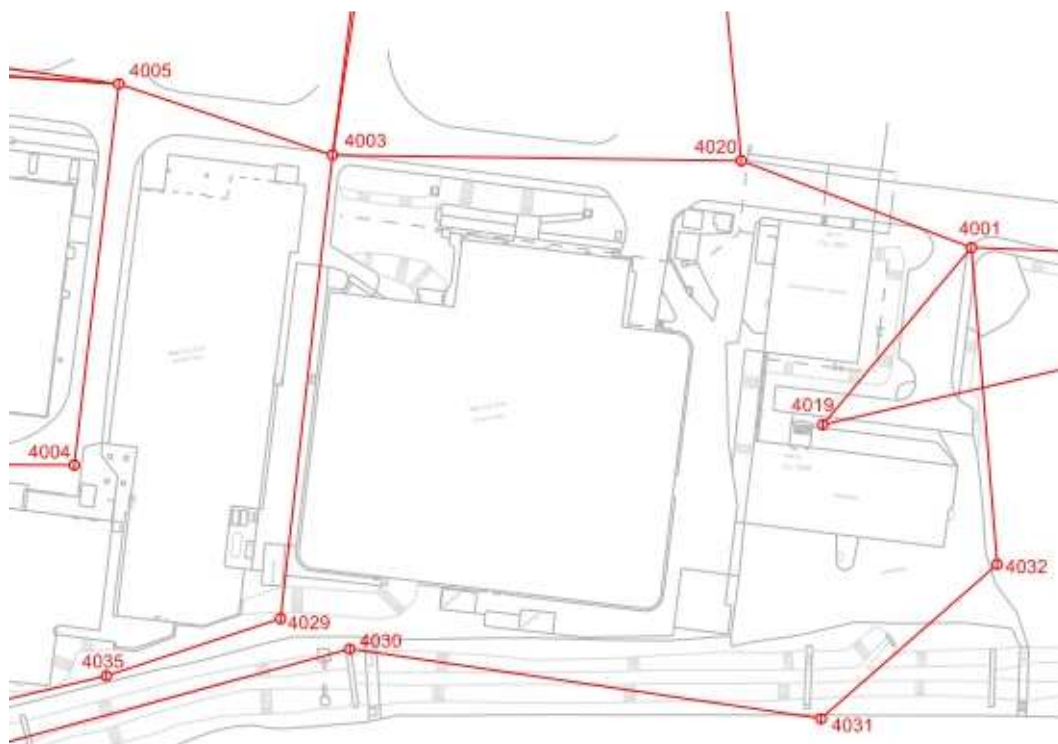
Před zaměřením podrobných bodů bylo nezbytné v lokalitě vytvořit pomocnou měřickou síť. Body pomocné měřické sítě byly v terénu zvoleny tak, aby umožňovaly co nejefektivnější využití při podrobném měření. Při stabilizaci bodů bylo třeba myslet na místní provoz na komunikacích, vyhnout se manipulačním plochám u výrobních hal a parkovištím. Přesto byl v průběhu měření zničen bod 4002 a v jeho těsné blízkosti byl nahrazen novým bodem 4020. Body byly stabilizovány podle typu povrchu, a to železnými roxory, nastřelovacími hřebíky a ocelovými měřickými hřeby jako je tomu na obr. 10.



Obr. 10 Stabilizace bodu pomocné měřické sítě měřickým hřebem

Na začátku měření bylo stabilizováno 18 bodů pomocné měřické sítě. V průběhu měření se pomocná měřická síť doplňovala až na celkový počet 39 bodů. Na

obr. 11 obr. 11 lze vidět výřez z přehledného náčrtu pomocné měřické sítě. Celý přehledný náčrt je součástí přílohy č. 2



Obr. 11 Výřez z přehledného náčrtu pomocné měřické sítě

5.3 Metody určení pomocné měřické sítě

5.3.1 GNSS

Uživatel, který chce určit polohu bodů pomocí GNSS si může zvolit z několika metod měření:

- Statická metoda
- Rychlá statická metoda
- Stop & go
- Kinematická metoda
- RTK

Pro účely práce bylo nejvýhodnější použití metody RTK. GNSS přijímač určuje svoji polohu v systému ETRS-89 a rovnou ji pomocí vloženého globálního transformačního klíče transformuje do S-JTSK. Při měření RTK je třeba být v dosahu permanentní stanice, z které dostáváme aktuální korekce přes internetové připojení ve formátu RTCM. Při volbě metody RTK s využitím služby VRS odpadá

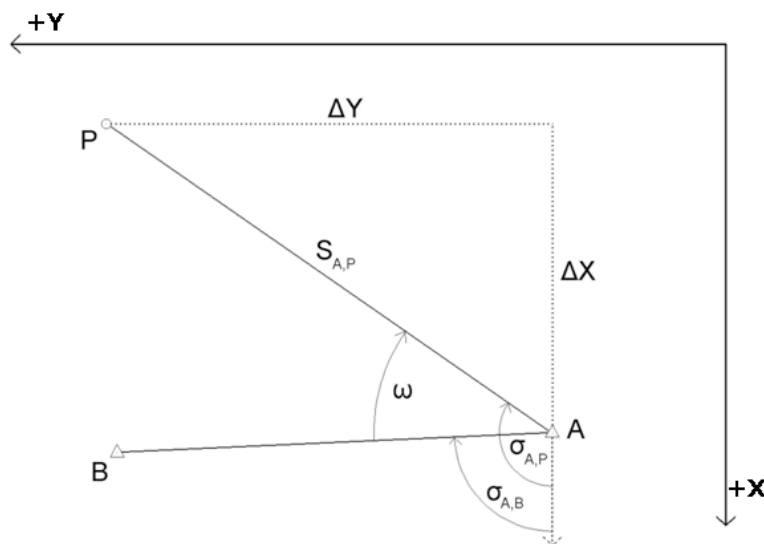
omezení ohledně dosahu přijímaných korekcí. Při výpočtu korekcí se použijí data z více permanentních stanic a nastává síťové řešení. [10]

Při měření GNSS metodou RTK byla využita síťová služba od CZEPOS VRS3-iMAX-GG. Touto metodou bylo zaměřeno 35 bodů, a to dvakrát s minimálním odstupem měření 1 hod. Zbylé body, které nebylo možno změřit pomocí GNSS, byly určeny metodou rajonu. Pro ověření přesnosti určování souřadnic GNSS aparaturou byl při měření několikrát úspěšně vytyčen – ověřen nejbližší ZhB 934252080. Podrobné informace a hodnoty odchylek jsou uvedeny v příloze č. 3.1 GNSS.

5.3.2 Rajon

Princip metody spočívá v tom, že jsou minimálně dva souřadnicově určené dané body (stanovisko a orientace), viz. obr. 12. Pro určení neznámého bodu je třeba změřit úhel a délku od známého bodu. Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod stanovuje podmínky pro určení bodů pomocné měřické sítě: [15]

- rajon může být maximálně 1000 m dlouhý
- nesmí být delší než vzdálenost k nejvzdálenějšímu orientačnímu bodu

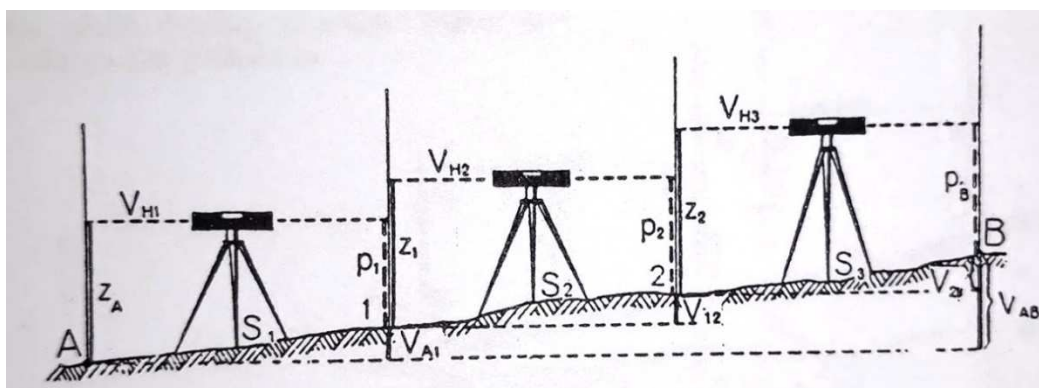


Obr. 12 Princip metody rajonu [11]

Výše zmíněné podmínky byly dodrženy. Během měření byla pomocná měřická síť doplněna pomocí metody rajonu o body 4021, 4022, 4037, 4039.

5.3.3 Nivelace

Nivelace je jedna z metod pro určování nadmořských výšek. Je založena na principu určení rozdílu nadmořských výšek mezi známým a určovaným bodem. Pomocí nivelačního přístroje se realizuje vodorovná rovina v místě postavení stroje. Provede se čtení na nivelační lať na bodech vzad a vpřed. Toto postavení se nazývá nivelační sestava. Z rozdílu čtení se vypočte převýšení mezi body. Pojem geometrická nivelace ze středu znamená, že nivelační přístroj je umístěn přibližně ve středu nivelační sestavy. [9] Na obr. 13 je zobrazený výše popsáný princip.



Obr. 13 Princip geometrické nivelace ze středu [9]

Body pomocné měřické sítě byly výškově určeny metodou technické nivelace. Každý nivelační oddíl byl měřen tam i zpět, aby byly vyloučeny omyly a hrubé chyby. Před začátkem měření byla s každým nivelačním přístrojem provedena zkouška sklonu záměrné přímky. U použitého přístroje NEDO F24 je oprava ze sklonu záměrné přímky +0,13 mm/m u přístroje GP-20B je oprava ze sklonu záměrné přímky +0,14 mm/m. Měření bylo připojeno na bod Kj3-48 na ulici Pražská. Připojení na bod Kj3-48 bylo ověřeno zaměřením nivelačního oddílu mezi body Kj3-48 a Kj3-49 na ulici Bezručova. Ověření připojení:

Převýšení dané 2,053 m

Převýšení měřené 2,054 m

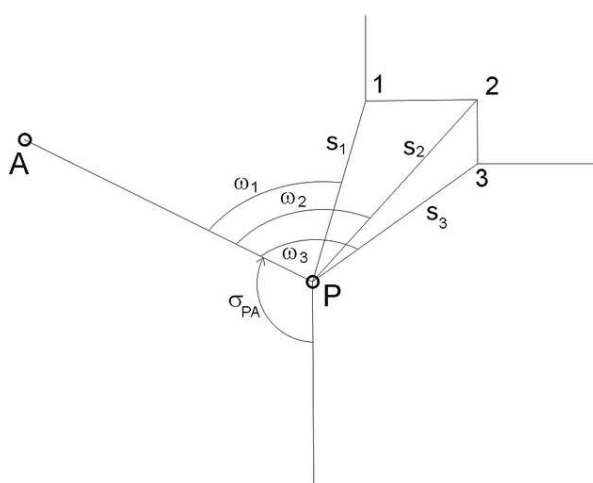
Mezní odchylka $20 \cdot \sqrt{R} = 11 \text{ mm}$ $R = 0,3 \dots$ délka pořadu v km

Rozdíl mezi převýšením daným a měřeným je menší než mezní odchylka. Bod Kj3-48 lze použít pro připojení měření.

Naměřené hodnoty byly zapisovány do nivelačních zápisníků (celkem 11 listů). Zápisníky jsou součástí přílohy č. 3.2.

5.4 Podrobné měření

Většina podrobných bodů byla zaměřena polární metodou pomocí totální stanice. Jedná se o jednu z nejčastěji používaných metod měření v praxi. Princip metody je následující: totální stanice je umístěna na pevném stanovisku o známých souřadnicích, ze kterého jsou měřeny délky, vodorovné a svislé úhly. Nejprve se měří na orientační body, poté se provádí měření na určované body. Délky jsou měřeny totální stanicí pomocí vyslaného světelného paprsku, který se odráží od koutového odražeče na výtyčce. Princip polární metody je znázorněn na obr. 14. Změřením vodorovného úhlu a délky lze vypočítat souřadnice podrobných bodů. [14]



Obr. 14 Polární metoda [14]

Při každém měření bylo nutné zadávat do totální stanice aktuální hodnoty teploty a tlaku pro výpočet fyzikálních korekcí. Při měření na stanovisku byla svinovacím metrem změřena výška přístroje, která byla následně zadána do totální stanice, uložena, a je součástí zápisníku. Při měření na stanovisku byly měřeny minimálně dvě orientace. Měření na orientační body bylo vždy provedeno ve dvou polohách dalekohledu. Délky byly měřeny šikmé a byla registrována i výška hranolu na výtyčce u měřených bodů. Pokud byla délka měřena bezhranolově, byla uvedena výška podle místa dopadu laserového paprsku vůči měřenému bodu.

Při měření bylo užito i volné polární stanovisko. Tyto stanoviska mají minimálně 2 orientace měřené ve dvou polohách dalekohledu. Bylo dbáno na dodržení předepsané konfigurace protínání 30gon až 170gon. Pro podrobné měření polární metodou jsou v Návodu pro obnovu katastrálního operátu a převod uvedeny tyto podmínky: [15]

- Vzdálenost podrobného bodu od stanoviska nesmí přesáhnout

vzdálenost na nejvzdálenější orientační bod o 1/2 délky

- Polární kolmice nesmí být větší než 1/2 délky od stanoviště a nesmí přesáhnout 30 m

Při podrobném měření byly tyto podmínky splněny.

Mezi použité metody podrobného měření patří i metoda ortogonální a metoda konstrukčních oměrných. Tyto metody byly použity pro doplnění měření polární metodou. Obě metody byly využity při měření ve stísněných a špatně dostupných prostorech, kde bylo nemožné či neúčelné měřit polární metodou. V Návodu pro obnovu katastrálního operátu a převod jsou pro ortogonální metodu uvedeny tyto podmínky: [15]

- Kolmice nesmí být větší než 3/4 délky měřické přímky
- Maximální délka kolmice 30 m
- Maximální délka u konstrukčních oměrných je 5 m

Při podrobném měření byly tyto podmínky splněny. Během měření ortogonální metodou a konstrukčních oměrných byly délky měřeny pomocí ocelového pásma v pouzdře.

Podrobné body byly zaměřeny tak, aby na mapě v měřítku 1:250 nebyla vzdálenost mezi sousedními body větší než 2 až 3 cm, tedy v terénu byly měřeny body po 5 až 7,5 m. Tato vzdálenost byla v terénu realizována krokováním. V terénu byly zaměřeny viditelné význačné prvky polohopisu. Zadavatel měl požadavek, aby byly zaměřeny všechny viditelné produktovody, protože se v areálu vyskytuje množství nadzemních vedení plynovodů, jak lze vidět na obr.15. Dalším požadavkem na předměty měření byly objekty klimatizačních jednotek, včetně těch umístěných na budovách viz obr.16. V terénu nebyl pořizován měřický náčrt, protože měření bylo kódováno podle seznamu kódů z tabulky 1.



Obr. 15 Podrobné měření – nadzemní vedení plynovodů



Obr. 16 Příklad klimatizačních jednotek

Tabulka 1 Seznam kódů použitých při měření

Kód	Význam
BK	Budova kovová
BZ	Budova zděná
C	Cesta
DZ	Dopravní značka
H	Hrana terénu
HUP	Hlavní uzávěr plynu
HYN	Hydrant nadzemní
HYP	Hydrant podzemní
KL	Klimatizace, vzduchotechnika
KNN	Kanalizace nadzemní (dešťová)
LAM	Lampa
M	Most
OR	Ostatní rozhraní
OTP	Orientační tyč plyn
OTV	Orientační tyč voda
P	Pata terénu
PDZ	Podezdívka

PL	Plot
PLYN	Plynové potrubí
POT	Potrubí (nerozlišený produktovod)
PRIS	Priska
R	Rozhraní kultur
S	Silnice
SA	Šachta
SAO	Šachta obdélníková
SCH	Schody
SL	Sloup kovový
SLB	Sloup betonový
SOP	Šoupě plynové
SOV	Šoupě vodovodní
STJ	Strom jehličnatý
STL	Strom listnatý
STR	Stříška – nad vstupy apod.
T	Terén
TERK	Terasa kovová
VP	Vpust'
VS	Vstup
ZAB	Zábradlí
ZAV	Závora
ZP	Zpevněná plocha
ZTR	Zatrávňovací dlažba

5.5 Číslování bodů

Číslování bodů bylo komplikované skutečností, že se měřili dvě propojené lokality průběžně. Severní a jižní část má jednu číselnou řadu. Číslování je zdánlivě neúplné. Body, které chybí v číselné řadě, jsou však použity v severní části. K této skutečnosti došlo v průběhu podrobného měření, kdy nebylo možné z mnoha objektivních důvodů, měřit prvně jednu a pak druhou část areálu Metra. Jednoduché řešení v podobě přidělení jiného čísla ZPMZ jednotlivým částem by naopak zkomplikovalo práci v terénu v místě styku obou částí.

Body mají plné 15-ti místné číslování. Skládají se z čísla k.ú. 605018, čísla ZPMZ 00001 nebo 00002 a samostatného podrobného čísla bodu. Při měření bylo naměřeno více než 3999 podrobných bodů, čímž byla vyčerpána možnost užití čísla ZPMZ 00001 a přistoupili jsme k použití čísla ZPMZ 00002.

Body pomocné měřické sítě jsou číslovány 605018000014001 – až 605018000014039. Použité body jižní části jsou uvedeny v přehledném náčrtu pomocné měřické sítě. Volná polární stanoviště jsou číslována 605018000015001– 605018000015009. Při měření jižní části byly použity volná polární stanoviště 5001, 5002, 5004, 5005, 5007, 5009.

5.6 Kontrolní měření

Kontrolní měření je popsáno v normě ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy. Body pro kontrolní měření musí být:

- jednoznačně identifikovatelné
- tvořit reprezentativní výběr
- rozmístěny po celém území

Norma stanoví minimální počet kontrolních bodů na 100. Při měření bylo změřeno 104 kontrolních bodů, tato podmínka je tedy splněna. Kontrolní měření musí být nezávislé. To znamená, že nemůže být použita zbudovaná pomocná měřická síť. Při kontrolním měření polární metodou se nabízí možnost určení nových stanovišek, nebo musí být stávající stanoviště znovu připojena do závazných referenčních souřadnicových systémů. V případě této práce bylo kontrolní měření provedeno pomocí GNSS aparatury, přesnost určení bodů RTK metodou vyhovuje 3.tř. přesnosti dle ČSN 01 3410 viz tabulka 2. [12]

Tabulka 2 Kritéria přesnosti [dle ČSN 01 3410]

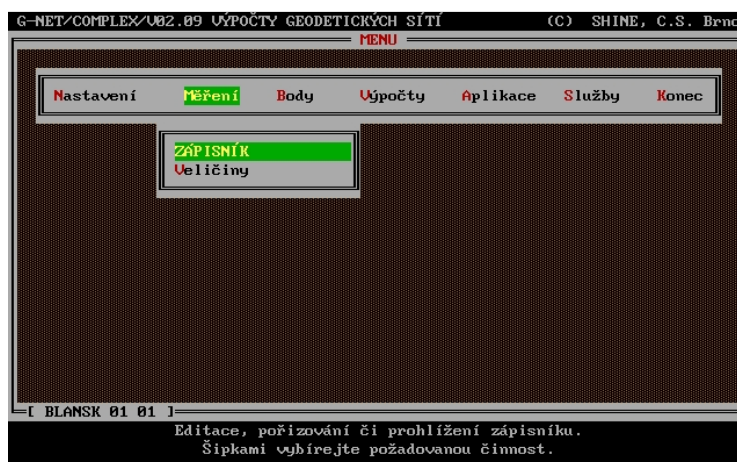
Třída přesnosti	u_{xy} [m]	u_h [m]	u_v [m]
1	0,04	0,03	0,30
2	0,08	0,07	0,40
3	0,14	0,12	0,50
4	0,26	0,18	0,80
5	0,50	0,35	1,50

6 VÝPOČET

Jelikož budou výsledné souřadnice v závazném referenčním souřadnicovém systému JTSK, bylo nutné před začátkem výpočtů zavést korekce z kartografického zobrazení a nadmořské výšky. Data v zápisníku z totální stanice jsou surová bez korekcí. Součástí vyrovnání není stanoviště 4039, jelikož bylo stabilizováno až při závěrečné etapě prací, kdy již byla síť vyrovnána.

6.1 Vyrovnání sítě

Prvním úkonem při zpracování bylo vyrovnání pomocné měřické sítě, která byla určena pomocí GNSS a zároveň byla proměřena terestrickým měřením. Pro vyrovnání jsme použili software G-NET (v02.09). G-NET byl vytvořen pro OS MS-DOS a má tomu odpovídající uživatelské prostředí viz obr. 17. Ovládá se pouze povely klávesnice.



Obr. 17 Uživatelské prostředí G-NET

6.1.1 Polohové vyrovnání

Prvním krokem v programu G-NET při polohovém vyrovnání bylo založení lokality, kdy software požaduje zadání souřadnic Y, X, Z, aby mohl případně provádět výpočet korekcí z kartografického zobrazení a nadmořské výšky. Následně byl načten soubor ve formátu GNP, v kterém byly definovány výpočetní vztahy. Vzhledem k volbě přístroje Trimble M3-DR2" byla použita střední chyba vodorovného směru v jedné poloze dalekohledu $m_r = 4^{CC}$. Dalším krokem bylo nastavení vlastností sítě včetně přesnosti měření dálkoměru ($2 + 2 \text{ ppm} \cdot D$) [mm] MDabs=2 MDkm=2 viz obr. 18. Při měření nebylo použito

trojpodstavcové soupravy, a proto přesnost centrace m_c byla zvolena 5 mm při zohlednění centrace stroje pomocí optického centrovače a hranolu na výtyče.

L:PRACOV E:01 S:01 Vlastnosti: STANDARD Uztahy: STANDAR

Zápisník a jeho zpracování	Vyrovnání polohové	Vyrovnání výškové
Ext. formát: Mapa2	Uvaž přesnost DB: Ne	Uvaž přesnost DB: Ne
Impl. kódy: +G-E	Uřadit váz. vel: Ano	Uřadit váz. vel: Ano
Zdroj bodů pro PBPP: G-NET: e,s	Mez počtu nadbyt: 200	Mez počtu nadbyt: 15
Zdroj bodů pro dávku: G-NET: e,s	Hlad.1 (test m0): 5.0	Hlad.1 (test m0): 5.0
Implic. typ délky: 2	Test 1 (test m0): Ano	Test 1 (test m0): Ano
Implic. tř. přesnosti: 3	Hlad.2 (test mxy): 5.0	Hlad.3 (test v): 5.0
Implic. sk. číslo: 0	Test 2 (třidy př.): Ano	Spec informace: Ano
Technologie: 0	Hlad.3 (test v): 5.0	Legenda: Ano
Typ výšk. úhlu: 0	Spec informace: Ano	Zhodnocení: Ano
Povinná výška cíle: Ano	Uyluč or.p.s.: Ne	Potlačit dané: Ne
Počítat XYZ: Ano	Test přesnosti: Ano	Zobrazení údajů
Uvaž refrakci na délky: Ano	Legenda: Ano	DesYX: 3
Uvaž výšku pro délky: Ano	Zhodnocení: Ano	DesZ: 4
Kart. korekce délky: Ano	Potlačit dané: Ne	DesD: 3
Uvaž refrakci na výšky: Ano	MMY[1]: 0.02	DesU: 4
Konstanty pro odvození: MDabs=2 MDkm=2	MMY[2]: 0.04	PorYX: YX
	MMY[3]: 0.06	Úh. jedn: Grad
	MMY[4]: 0.10	
	MMY[5]: 0.15	

Zadání konstant pro určení apr. stř. chyb veličin. <F2> pomůže.
Pohyb v okně ↑↓←→, <Enter> Potvrzení volby, <F10> Pomocné menu
<CtrlEnter> Uložení zadaných hodnot, <Esc> Konec bez uložení.

Obr. 18 Nastavování vlastností sítě v softwaru G-NET

Po provedení prvních tří kroků mohl být nahrán zápisník pomocné měřické sítě ve formátu MAPA2 (příloha č. 3.2.). Do softwaru G-Net se nahraje zápisník, následně se pomocí programu provede zpracování veličin měřených ve dvou polohách. Dále se do databáze bodů naimportuje seznam přibližných souřadnic bodů pomocné měřické sítě. Jedná se o souřadnice vypočtené průměrem ze dvou měření pomocí GNSS aparatury. V nastavení vrcholů sítě bylo třeba změnit, že se nejednalo o fixní body. Nyní následoval krok samotného vyrovnání, jehož výsledkem je protokol o vyrovnání (příloha č. 3.3) a vyrovnané souřadnice bodů pomocné měřické sítě v tabulce 3 a příloze č. 3.4.

Tabulka 3 Seznam souřadnic vyrovnaných bodů pomocné měřické sítě použitých v jižní lokalitě

Číslo bodu	Y [m]	X [m]
605018000014001	593 362,063	1 141 529,675
605018000014002	593 392,879	1 141 512,185
605018000014003	593 450,998	1 141 502,199
605018000014004	593 494,733	1 141 540,512
605018000014005	593 479,832	1 141 487,295
605018000014006	593 606,507	1 141 457,686
605018000014007	593 608,729	1 141 399,138
605018000014008	593 574,142	1 141 338,361

605018000014015	593 388,075	1 141 434,417
605018000014017	593 343,142	1 141 429,716
605018000014018	593 288,330	1 141 544,468
605018000014019	593 387,204	1 141 551,555
605018000014020	593 392,777	1 141 512,210
605018000014023	593 635,570	1 141 489,020
605018000014024	593 637,021	1 141 528,870
605018000014025	593 648,695	1 141 430,323
605018000014026	593 555,065	1 141 464,504
605018000014027	593 671,967	1 141 596,178
605018000014028	593 554,410	1 141 530,822
605018000014029	593 468,764	1 141 566,966
605018000014030	593 459,579	1 141 572,843
605018000014031	593 394,010	1 141 593,310
605018000014032	593 365,461	1 141 575,317
605018000014035	593 494,857	1 141 571,200
605018000014036	593 522,150	1 141 573,235
605018000014037	593 577,079	1 141 580,808
605018000014038	593 640,336	1 141 581,411

6.1.2 Výškové vyrovnání

Výškové vyrovnání bylo provedeno zvlášť od polohového. Byly vyrovnávány měřené hodnoty dílčích převýšení mezi body sítě. Pro naměřené hodnoty převýšení má program G-NET vlastní formát EXP. Struktura formátu vypadá následovně: (DZ 4011 4012 2.965 0.002) je v ní uvedeno že jde o převýšení, z bodu 4011 na bod 4012 s naměřenou hodnotou 2,965 m a střední chyba nivelační sestavy je 2 mm. Jelikož se jedná o technickou nivelaci byla střední chyba jedné nivelační sestavy m_{hi} zvolena 2 mm [13]. Výsledkem je protokol o vyrovnání (příloha č. 3.3) a vyrovnané výšky bodů pomocné měřické sítě v tabulce 4 a příloze č. 3.4.

Tabulka 4 Seznam vyrovnaných výšek bodů pomocné měřické sítě použitých v jižní lokalitě

Číslo bodu	H [m n. m.]
605018000014001	283,878
605018000014002	282,245

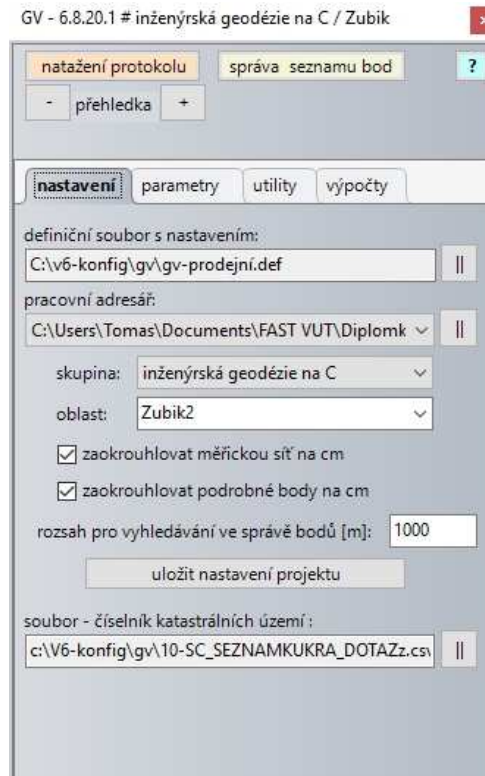
605018000014003	278,237
605018000014004	278,107
605018000014005	277,722
605018000014006	276,434
605018000014007	276,648
605018000014008	277,564
605018000014015	282,542
605018000014017	286,454
605018000014018	286,998
605018000014019	283,494
605018000014020	282,255
605018000014023	276,622
605018000014024	276,883
605018000014025	276,994
605018000014026	277,060
605018000014027	277,145
605018000014028	278,092
605018000014029	281,226
605018000014030	280,977
605018000014031	281,722
605018000014032	283,451
605018000014035	280,168
605018000014036	279,183
605018000014037	278,474
605018000014038	277,371

6.2 Výpočet podrobných bodů

K výpočtu podrobných bodů byl použit program GV výpočty, který je nadstavbou softwaru GeoStore V6® viz obr. 19. Před samotným výpočtem bylo třeba provést několik nastavení programu:

- zaokrouhlování měřické sítě a podrobných bodů na cm (protože cm přesnost podrobných bodů je pro účel práce dostačující, a s použitými metodami a pomůckami jsme vyšší přesnosti dosáhnout nemohli)

- v záložce „parametry“ nastavit hrubé odchylky pro vzdálenosti (10 cm), horizontální úhly (0,08 gon) a převýšení (12 cm)
- v záložce „parametry“ lze též nastavit střední chybu měření směrů ($4''$) a střední chybu měření délek $\pm(2 + 2 \text{ ppm})[\text{mm}]$



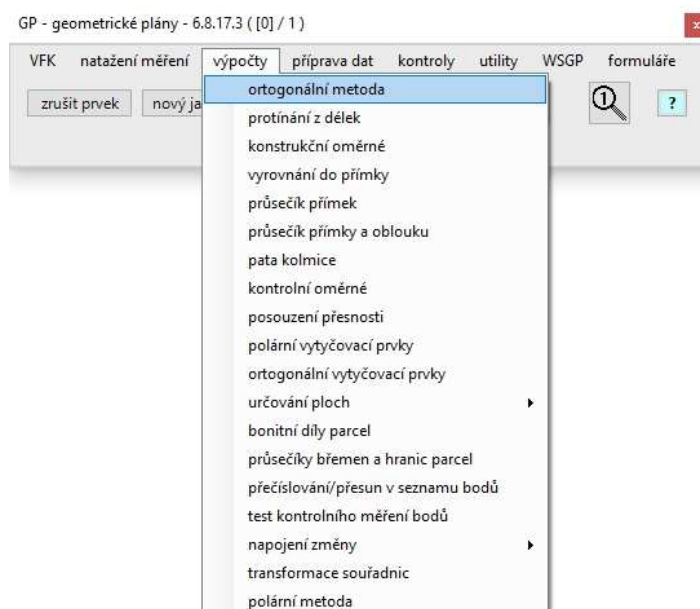
Obr. 19 GV výpočty

V záložce „utility“ je funkce „natažení protokolu do seznamu bodů“, touto funkcí lze natáhnout soubor *.txt se seznamem souřadnic bodů měřické sítě. Samotný výpočet podrobných bodů se provádí v záložce výpočty přes funkci „výpočet podrobných bodů“. Program načte zápisník a u každého stanoviště vypíše informace o parametrech orientace a dodržení odchylek. Pokud je někde překročena hrubá odchylka, program tuto skutečnost oznámí, přeruší výpočet a neuloží žádný výsledek. Pokud výpočet proběhne správně, vytvoří se v pracovním adresáři soubor se seznamem souřadnic podrobných bodů *.DTA. Kromě toho se také vytvoří protokol o výpočtu *.PTK, kde je zaprotokolován výpočet podrobných bodů polární metodou viz příloha č. 3.3. Protokol o výpočtu podrobných bodů i přes nastavení zaokrouhlování na cm protokoluje výpočty na mm. Tento poznatek byl konzultován s Ing. Cimplem z firmy GEOVAP a bylo přislíbeno, že se pokusí tento nedostatek odstranit při následné aktualizaci. Při měření bylo použito i volné polární stanoviště. Program GV výpočty však zatím neumí spočítat volné polární

stanovisko. Při požadavku na výpočet všech podrobných bodů v GV je zde možnost spočítat souřadnice volného polárního stanoviska v jiném programu, nahrát jej v *.txt spolu s ostatními stanovisky do GV a výpočet podrobných bodů pak proběhne. Tento postup byl aplikován i zde.

Ve výsledném seznamu souřadnic, který je přílohou č. 3.4. se nachází 2431 podrobných bodů, jedná se pouze o body použité pro tvorbu grafických výstupů. Přebytké a duplicitní body byly odmazány. Z výsledného počtu bodů jich bylo 223 určeno pomocí GNSS aparatury, to je 9,17 % výsledných bodů. Převážná většina bodů byla tedy určena polární metodou pomocí totální stanice.

V softwaru GeoStore V6® je další nadstavba a to GP – Geometrický plán, která obsahuje výpočty pro ortogonální metodu a konstrukční oměrné viz obr. 20.



Obr. 20 GP – geometrický plán – výpočty

Při výpočtu podrobných bodů pomocí nadstavby GP je třeba nejdříve pro aplikaci vytvořit soubor mistni.txt, který obsahuje seznam souřadnic podrobných bodů. Jedná se však primárně o nadstavbu pro výpočty ve verzi programu zaměřeném na práci v katastru nemovitostí. Podle toho je i definovaný soubor mistni.txt ve tvaru:

Číslo bodu	Y	X	Z	KK
605018000010312	593338.15	1141526.36	0.00	3

Body vypočtené v nadstavbě GP tedy nejsou výškově určené. Pro výslednou mapu to ovšem nevadí, je zde dostatek výškově určených bodů. O výpočtu je vytvořen protokol.

6.3 Testování přesnosti

Na základě dvakrát určených souřadnic výběrového souboru bodů lze provést testování přesnosti. Testování je rozděleno na dvě části: testování přesnosti určení souřadnic a testování přesnosti určení výšek.

6.3.1 Testování přesnosti určení souřadnic

U dvakrát souřadnicově určených bodů výběrového souboru se vypočtou rozdíly souřadnic mezi měřením a kontrolním určením dle vzorce (2)

$$\Delta Y = Y_m - Y_k, \Delta X = X_m - X_k \quad (2)$$

Y_m, X_m jsou výsledné souřadnice polohy podrobného bodu

Y_k, X_k jsou souřadnice polohy téhož bodu z kontrolního určení

K posouzení, zda bylo dodrženo stanovené přesnosti, je třeba určit směrodatnou souřadnicovou odchylku S_{xy} podle vztahu (3), do něhož vstupují vzorce (4) a (5).

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot (S_x^2 + S_y^2)} \quad (3)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta X_{j=1}^2} \quad (4)$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta Y_{j=1}^2} \quad (5)$$

N je počet bodů

$k = 2$, je-li kontrolní určení stejné přesnosti jako metoda měření

Přesnost určení souřadnic je vyhovující, když Δp (6) vyhovuje vztahu (7) pro danou třídu přesnosti dle ČSN 01 3410.

$$\Delta p = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \quad (6)$$

$$|\Delta p| \leq 1,7 U_{xy} \quad (7)$$

Další možnost posouzení určení souřadnic je přijmutím statistické hypotézy, že S_{xy} (3) vyhovuje vztahu (8).

$$S_{xy} \leq \omega_{2N} \cdot U_{xy} \quad (8)$$

ω_{2N} je koeficient na hladině významnosti $\alpha = 5\%$, který je v rozsahu bodů 100 až 300 volen $\omega_{2N} = 1,1$ [12]

V tabulce 5 jsou uvedeny volené koeficienty a výsledné hodnoty testování přesnosti určení souřadnic více v příloze č. 3.5.

Tabulka 5 Přehled testování přesnosti určení souřadnic

Počet kontrolních bodů N	104
Hodnota koeficientu k	2
Koeficient ω_{2N} pro 104 bodů	1,1
Kritérium přesnosti pro 3. třídu přesnosti U_{xy} [m]	0,14
Kritérium pro polohové odchylky $ \Delta p \leq 1,7U_{xy}$ [m]	0,24
Směrodatná odchylka souřadnice S_y [m]	0,06
Směrodatná odchylka souřadnice S_x [m]	0,10
Výběrová směrodatná souřadnicová odchylka S_{xy} [m]	0,08
Kritérium, zda výběr přísluší stanovené třídě přesnosti $S_{xy} \leq \omega_{2N} \cdot U_{xy}$ [m]	0,15
Podmínka $S_{xy} \leq \omega_{2N} \cdot U_{xy}$	SPLNĚNO

6.3.2 Testování přesnosti výšek

U bodů výběrového souboru s dvakrát určenou výškou se vypočtou rozdíly mezi měřením a kontrolním určením dle vzorce (9)

$$\Delta H = H_m - H_k \quad (9)$$

H_m je výsledná výška podrobného bodu výškopisu

H_k je výška stejného bodu určená kontrolním měřením

K zjištění, zda bylo dosaženo stanovené přesnosti, je nutné vypočítat výběrovou směrodatnou výškovou odchylku S_H podle vzorce (10)

$$S_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta H_j^2} \quad (10)$$

N je počet bodů

$k = 2$, je-li kontrolní určení stejné přesnosti jako metoda měření

Přesnost rozdílu výšek je vyhovující pokud ΔH (9) vyhovuje vzorci (11) pro danou třídu přesnosti dle ČSN 01 3410

$$|\Delta H| \leq 2U_H \cdot \sqrt{k} \quad (11)$$

Další možnost je přijetí statistické hypotézy že ΔH (9) splňuje vztah (12) [12]

$$S_H \leq \omega_N \cdot U_H \quad (12)$$

V tabulce 6 jsou uvedeny volené koeficienty a výsledné hodnoty testování přesnosti výšek, více v příloze č. 3.5.

Tabulka 6 Přehled testování přesnosti výšek

Počet kontrolních bodů N	104
Hodnota koeficientu k	2
Koeficient ω_N pro o 104 bodů	1,1
Kritérium přesnosti pro 3. třídu přesnosti U_H [m]	0,12
Kritérium pro výškové odchylky $ \Delta H \leq 2U_H \cdot \sqrt{k}$ [m]	0,34
Směrodatná odchylka souřadnice S_H [m]	0,05
Kritérium, zda výběr přísluší stanovené třídě přesnosti $S_H \leq \omega_N \cdot U_H$ [m]	0,13
Podmínka $S_H \leq \omega_N \cdot U_H$	SPLNĚNO

7 GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ

Výsledným grafickým výstupem práce je účelová mapa v měřítku 1:250, přehledný náčrt pomocné měřické sítě a účelová mapa s připojenou KM. Ke zpracování byl použit software GeoStore V6® od pardubické firmy GEOVAP spol s r.o.

7.1 GeoStore V6®

GeoStore V6® obsahuje CAD nástroje pro tvorbu vektorové kresby. Jedná se zároveň o GIS systém vyvinutý v prostředí Microsoft .NET. Umožňuje správu, tvorbu a aktualizaci geografických dat, která mohou být ukládána do SQL v databázi ORACLE nebo MS SQL. Při práci v programu je pracovní postup ukládán do výchozího formátu WKB. GeoStore V6® je programovatelný systém s otevřenou datovou strukturou v technologii .NET [16]

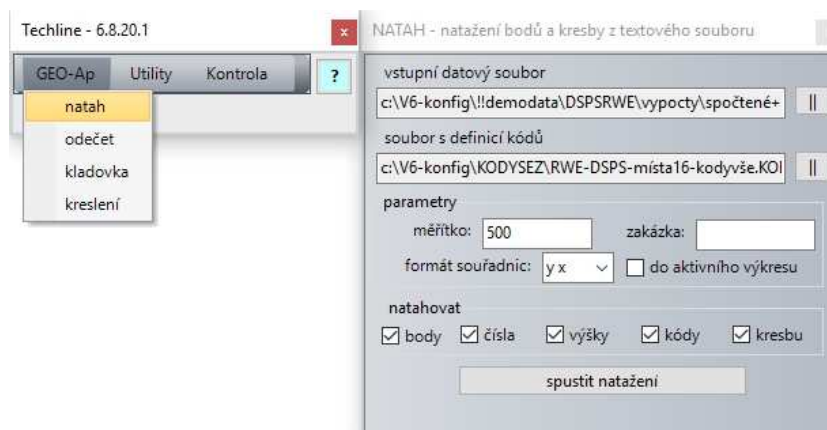


Obr. 21 Logo GeoStoreV6® a GEOVAP [16]

Software GeoStore V6® doposud není mezi odbornou veřejností příliš rozšířen. Jedná se však o relativně intuitivní program, který má implementovány funkce pro výpočty, vektorovou kresbu, topologickou kontrolu, řešení pro katastr nemovitostí, připojení WMS a sofistikované tiskové výstupy. Po dobu zpracování diplomové práce byla firmou GEOVAP poskytnuta bezplatná studentská licence. Následuje popis vyhotovení účelové mapy v programu GeoStore V6®.

7.1.1 Natažení bodů

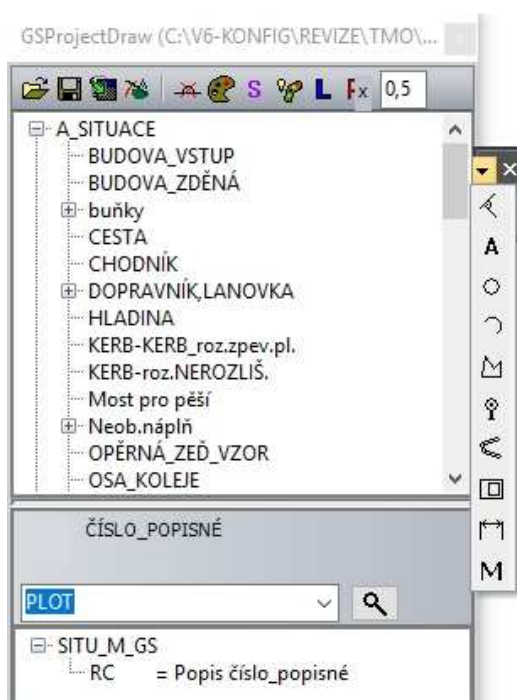
Pro natažení seznamu souřadnic do výkresu se použije aplikace Techline a funkce NATAH viz. obr. 22. Je třeba věnovat pozornost nastavení a zvolit veličiny pro nahrání (body, čísla, výšky, kódy, kresba). Pokud bylo měření kódováno podle definovaných, nebo vlastních pravidel, po nahrání se pomocí souboru s definicí kódů vytvoří kódovaná kresba.



Obr. 22 Techline NATAH

7.1.2 Kresba

Pro kreslení je zde nezbytný panel kreslení, kde si lze vybrat, zda má být provedena kresba lomené čáry, kolmice, kružnice, oblouku či polygonu nebo umístění buňky. Pro volbu správných atributů u kresby se využívá aplikace GSProjectDraw viz obr. 23, která má definovány atributy čar a buněk souborem *.XML, který lze editovat. Soubor *.XML obsahuje typické CAD atributy: barvu, tloušťku, styl čáry, uživatelský styl a vrstvu. Je zde ale navíc atribut tabulka a atribut databáze. Informace v *.XML souborech jsou nadefinovány pro měřítko 1:500. V případě, je-li kresba v jiném měřítku, musí se zvolit v hlavičce GSProjectDraw konstanta pro přepočet velikosti. V situaci, kdy je kresba v měřítku 1:250, se volí hodnota 0,5.



Obr. 23 Panel kreslení a GSProjectDraw

Při zpracování byl zjištěn problém, že výchozí KOMPLETNI.XML soubor definovaný pro kresbu TMO nenabízí všechny prvky, které byly zaměřeny. Soubor byl tedy editován a doplněn o prvky orientační sloupek plyn a orientační sloupek voda. Co vše lze v souborech formátu *.XML definovat je vidět na obr. 24

```
id bigint NOT NULL, -- Jednoznačná identifikace položky etalonu
descr character varying(80) NOT NULL, -- Popis - stromová - konvence
table_name character varying(64), -- Tabulka, do které element patří
attr character varying(512), -- Atributy elementu
el_type character varying(32), -- Povolené typy elementu
layer integer,
color_r integer, -- Barva linie - R
color_g integer, -- Barva linie - G
color_b integer, -- Barva linie - B
color_a integer DEFAULT 255,
fcolor_r integer, -- Barva výplně - R
fcolor_g integer, -- Barva výplně - G
fcolor_b integer, -- Barva výplně - B
fcolor_a integer DEFAULT 255,
weight integer, -- Síla linie
style character varying(64), -- Styl
cell_name character varying(64), -- Jméno buňky
cell_scale numeric(7,3), -- Měřítko buňky
dyn_column character varying(64), -- Dynamický sloupec
tx_font character varying(64), -- Font
tx_height numeric(7,3), -- Výška textu
tx_width numeric(7,3), -- Délka textu
tx_just integer, -- Uchycení textu
tx_angle numeric(7,3), -- Úhel textu
commands character varying(512), -- KeyIn příkazy pro pořízení
tx_sel_table character varying(32), -- Tabulka ze které se vybírá ID pořizovaného textu
tx_select_stmt character varying(512), -- SELECT příkaz pro výběr textu, obsahuje -ID~, je nahrazeno ID z vybraného prvku
tx_ref_column character varying(32), -- Sloupec referenční integrity, je doplněn ID vybraného prvku
placement_method integer, -- Metoda umístění textu/buňky
cell_off_name character varying(64), -- Jméno buňky ve stavu vypnuto
color_tab integer, -- Číslo barvy IGDS
hatch_style character varying(64), -- Šrafování plochy
hcolor_r integer, -- Barva šrafování - R
hcolor_g integer, -- Barva šrafování - G
hcolor_b integer, -- Barva šrafování - B
hcolor_a integer DEFAULT 255,
tx_font_name character varying(64), -- Název fontu
tx_font_style integer, -- Styl fontu
ustyle_scale numeric(7,3), -- Měřítko uživatelského stylu
CONSTRAINT gs_etalon_pkey PRIMARY KEY (id)
```

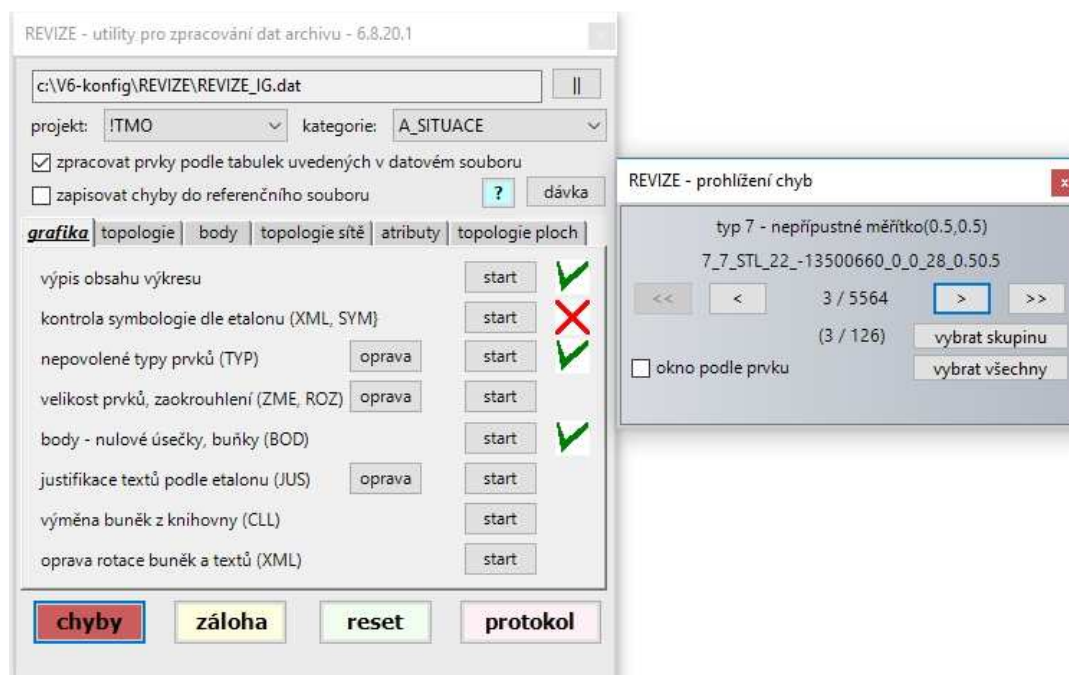
Obr. 24 Vzor souboru XML v textovém formátu [16]

Aplikace GSProjectDraw poskytuje možnost generování legendy pro použité prvky kresby. Je třeba tuto legendu ještě editovat, ale je to jeden z detailů, které uživateli šetří čas při zpracování.

7.1.3 Revize

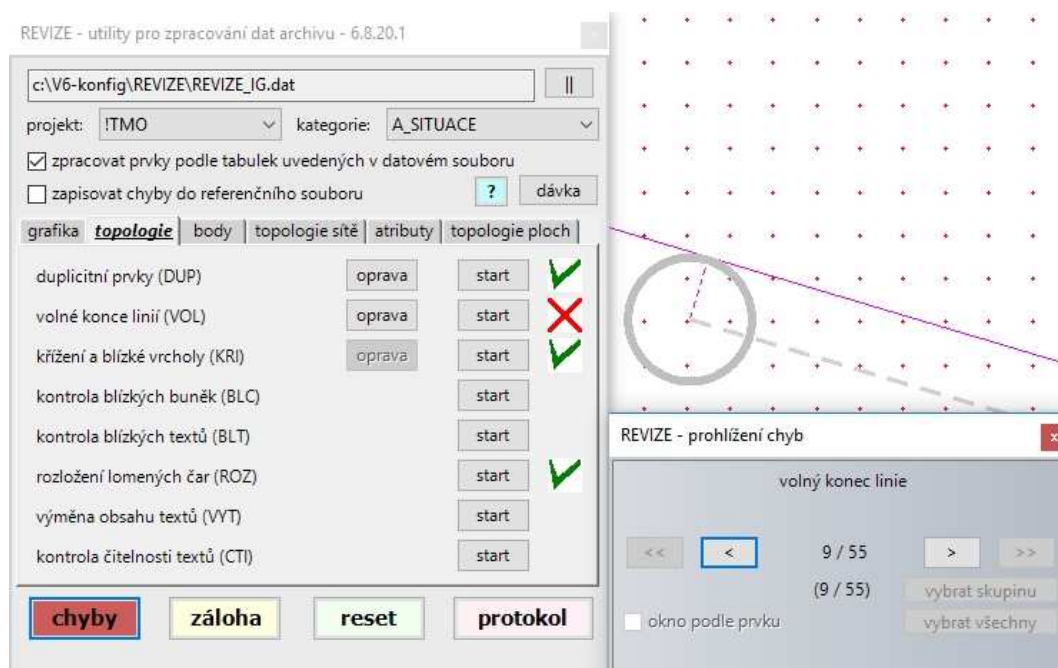
Po dokončení kresby je vhodné provést topologické kontroly. K tomu slouží aplikace Revize. Samotná revize je rozdělena do několika záložek, jak lze vidět na obr. 25. Při kontrole výkresu byla úspěšně použita kontrola výpisu obsahu výkresu, nepovolených typů prvků, bodů nulové úsečky. Kontrola symbolologie dle etalonu hlásí chybu v nepřipustném měřítku, protože etalon – soubor KOMPLETNI.XML, který definuje kresbu, je napsaný pro měřítko 1:500 a zde je kresba 1:250. Tento problém by bylo možno vyřešit kompletním předefinování souboru

KOMPLETNI.XML, podle kterého probíhá revize. Tato časově náročná práce má smysl pro někoho, kdo by tento soubor používal častěji.



Obr. 25 Revize – grafika

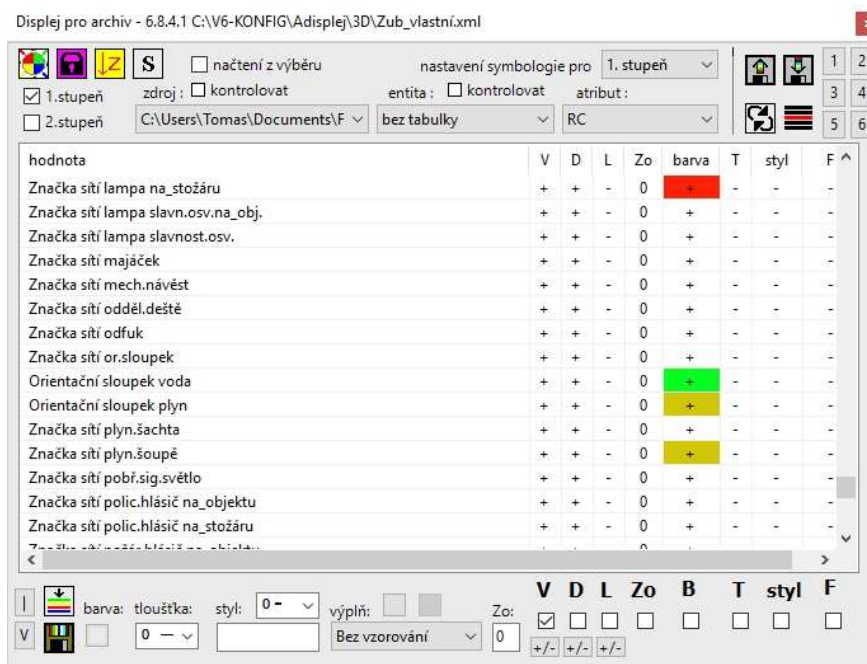
V revizi topologie byly úspěšně zkontrolovány duplicitní prvky, křížení a blízké vrcholy, rozložení lomených čar. U volných konců linií však přetrvává chybové hlášení, jak lze spatřit na obr. 26, které má společný prvek, jedná se skoro ve všech případech o linie vstupu do budovy. Nejspíš jde o špatně nadefinovaný kontrolní soubor.



Obr. 26 revize – topologie

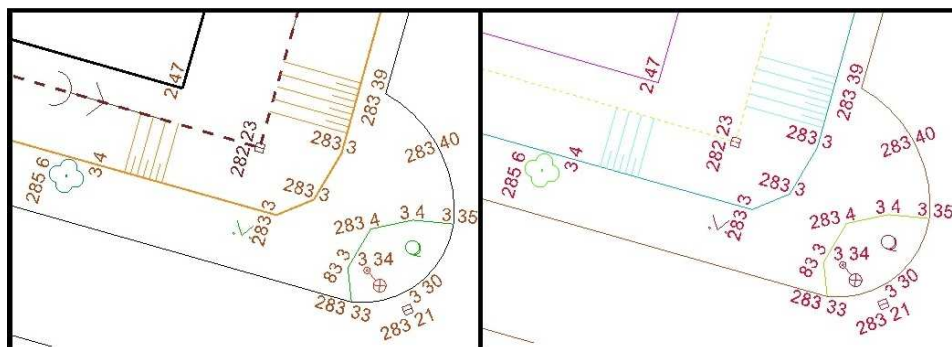
7.1.4 ADisplay

Velice zajímavou funkcí je ADisplay, který slouží k definici viditelnosti barev, zorderu (pořadí), tloušťky a stylu čar pro výstupy. Tato aplikace umožňuje provádět nad stejnými daty výstupy pro různé účely. Pro diplomovou práci byl zpracován vlastní soubor ADisplay_účelová_mapa.XML, který je součástí přílohy č.3.6. na obr. 27 lze vidět okno aplikace ADisplay, ve kterém lze editovat daný soubor.



Obr. 27 ADisplay

Na obr. 28 je porovnání se zapnutím (vlevo) a vypnutím (vpravo) aplikace ADisplay. Porovnání se liší hlavně barevností. Je zde však také jedna zvláštnost, kterou GeoStore V6® neumí uspokojivě řešit. Hnědá čára nadzemní kanalizace dešťové vody je v souboru KOMPLETNI.XML definována pro měřítko 1:500, ale žádným nástrojem v programu se nepodařilo změnit ji pro měřítko 1:250. Tento problém byl konzultován s Ing. Cimplem z firmy GEOVAP. U jiných čar a buněk tento problém nenastal.



Obr. 28 Porovnání zapnutý X vypnutý ADisplay

7.1.5 GSAtlas

Pro tiskové výstupy slouží aplikace GSAtlas. Je třeba vybrat z nabízených formátů papíru. Jedná se o výkresy ve formátu *.WKB, kterým se definuje měřítko a aplikace má k dispozici všechny formáty. Pokud je třeba, jde tisknout i více kladů, kdy lze pomocí aplikace řešit klad listů. V případě, kdy je požadavek na tisk nestandartních formátů (v případě této práce 1570×841 mm), je třeba upravit některý existující výkres pro tiskový výstup na požadované rozměry.

8 PŘIPOJENÍ POPISNÝCH INFORMACÍ

V rámci práce byl stanoven požadavek na vytvoření jednoduchých popisných informací pro zaměřené prvky. Software GeoStore V6® je zároveň GIS, který zvládne správu SQL dat v databázi ORACLE nebo MS SQL. V programu GeoStore V6® lze z připojených informací vytvořit databázové modely, které pak jde zobrazit v mapovém serveru Marushka® [16]

Bylo třeba navrhnout jaké informace budou zaznamenány. Samotný objednatel přesný požadavek nevznesl. Bylo navrženo postupovat od obecných údajů po ty specifické. Nakonec byly evidovány informace typu: MERIL – kdo měřil (Bc. Chaloupka Roman, Bc. Zubík Tomáš), ZPRACOVAL – kdo zpracoval daná data (Bc. Zubík Tomáš) a STAV KE – k jakému období se vztahuje platnost dat (květen 2019). U Dopravních značek bylo evidováno: TYP – o jakou značku se jedná (např. hlavní silnice, zákaz stání). U šachet byly evidovány TVAR A ROZMĚR – zda se jedná o kruhovou šachtu nebo čtvercovou šachtu i s rozměry.

Pomocí funkce správa atributů lze prvkům ve výkresu přiřadit jednotlivé atributy, viz. obr. 29.

tabulka:	SITU_M_GS
<input type="checkbox"/> MERIL	Bc. Chaloupka, Bc. Zubík
<input type="checkbox"/> RC	Značka předmět dop.značka
<input type="checkbox"/> STAV KE	Květen 2019
<input type="checkbox"/> TVAR A ROZMER	čtvercová 65x65 cm
<input type="checkbox"/> TYP	dej přednost v jízdě
<input type="checkbox"/> ZPRACOVAL	Bc. Zubík

☐ zpracovat jen pro tabulku

Převzít Vybrat Nastavit Zrušit
Přidat Přejmenovat

Obr. 29 Správa atributů

Jelikož je tvorba databázového modelu časově velice náročná, o čemž vypovídá fakt, že je to tématem samostatných diplomových prací, byl pro export popisných informací zvolen na ukázkou formát KML. U KML formátů je výhoda, že se dají nahrát a zobrazit v bezplatných aplikacích dostupných běžnému uživateli,

např. Google Earth Pro, jako je tomu na obr. 30. Na obrázku jsou pro porovnání nahrány dva soubory KML_celé a KML_orezané, které jsou součástí přílohy č. 3.8. Vrchní část patří KML_celé, kde je nepřehledné množství pinpointů, které KML generuje pro každý textový řetězec (výšková kóta, popis objektu, popis povrchu). Pro export do souboru KML_orezané bylo odstraněno maximální množství textových řetězců, byly ponechány jen relativní kóty. Lze vidět že výsledek nezahlcují pinpointy a vynikne kresba změřené situace. Při najetí kurzorem myši na objekt kresby lze poklikem aktivovat informační tabulku. Z tabulky lze vyčíst vložené popisné informace daného prvku, viz obr. 31.



Obr. 30 Výstup KML v programu Google Earth Pro

MERIL	Bc. Chaloupka, Bc. Zubík
RC	Značka sítě kan.šachta
STAV KE	Květen 2019
Tvar a rozmer	kruhová
ZPRACOVAL	Bc. Zubík

Obr. 31 Tabulka popisných informací

9 ZÁVĚR

Cílem práce bylo vyhotovení mapových podkladů v areálu Metra v Blansku, jeho jižní části. Od zadavatele byl vznešen požadavek na zaměření specifických prvků polohopisu, které se v průmyslovém areálu nacházejí. Zaměření celé lokality trvalo 28 dní. K měření podrobných bodů byla použita převážně polární metoda, doplněná o měření pomocí GNSS. V areálu byla zhotovena pomocná měřická síť o 39 bodech. Tato síť bodů byla polohově a výškově vyrovnána. Kontrolní měření bylo realizováno pomocí GNSS aparatury, kdy bylo zaměřeno 104 kontrolních bodů. Všechny kontrolované body vyhovují testování přesnosti pro 3. třídu přesnosti dle ČSN 01 3410. Výsledné směrodatné odchylky určení souřadnic jsou: $S_y = 0,06$ m a $S_x = 0,10$ m a pro určení výšek $S_h = 0,05$ m.

Výsledkem je účelová mapa s připojenými popisnými informacemi. Mapová část byla zpracována v programu GeoStore V6® a je souřadnicově určena v JTSK a výškově v Bpv v měřítku 1:250. Pro objednatele byla vytvořena účelová mapa s připojenou KM pro porovnání skutečného průběhu prvků vzhledem k vlastnickým hranicím. Ve zpracovatelském programu byly prvkům polohopisu připojeny popisné informace. Výsledná dílo s popisnými informacemi bylo vyexportováno do souboru KML a lze jej prohlížet např. v Google Earth Pro.

10 POUŽITÉ ZDROJE

- [1]. Blansko. *Město Blansko – Brána Moravského krasu* [online]. Blansko: Kulturní středisko města Blanska, 2019 [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: <https://www.blansko.cz/>
- [2] Moravský kras. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: <http://moravskykras.ochranaprirody.cz/>
- [3] Počet obyvatel v obcích České republiky k 1. 1. 2019. In: *Český statistický úřad* [online]. Praha: Český statistický úřad, 2019, 30.4.2019 [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/91917344/1300721903.pdf/ea01e710-2ae5-49f3-8792-ebb384754346?version=1.0>
- [4] Totální stanice Trimble M3. *Geotronics Praha* [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022543-155J-CZE_TrimbleM3_DS_A4_0414_LR-00000002.pdf
- [5] Trimble R4. *Geotronics Praha* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/DS_R4_CZ_GTR.pdf
- [6] Trimble R6. *Geoobchod.cz* [online]. [cit. 17.05.2019]. Dostupné z: https://www.geoobchod.cz/resources/products_documents/1382085131_trimble6_gnss_cz.pdf
- [7] Nedo F24. *Nivelo* [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://www.nivelo.cz/cz/nivelacni-pristroje-nedo/nedo-f-24/>
- [8] *GP 20B: Návod-Prohlášení*. Brno: GP spol. s r.o.
- [9] MAŠÍN, Zdeněk. *Geodézie I. 2*. Praha: Kartografie, n.p., 1978. ISBN 29-904-78.

[10] Informace o službách a produktech. Popis sítě [online]. [cit. 2019-05-21]

Dostupné z: http://czepos.cuzk.cz/_servicesProducts.aspx

[11] Rajón, FAST VUT v Brně Ústav Geodézie [online]. [cit. 2019-05-21]

Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/ged/stavari/vypocty/rajon.html>

[12] *Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy ČSN 01 3410*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

[13] ŠVÁBENSKÝ, Otakar, Alexej VITULA a Jiří BUREŠ. *Inženýrská geodézie I*. Brno, 2006. Skripta. FAST, VUT v Brně.

[14] ČADA, Václav. *Přednáškové texty z Geodézie: Polární metoda* [online]. [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <https://kgm.zcu.cz/studium/gen1/html/ch08s05.html>

[15] *NÁVOD PRO OBNOVU KATASTRÁLNÍHO OPERÁTU A PŘEVOD*. In: . Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2015, ČÚZK-14085/2018-22.

[16] *Uživatelská příručka GeoStoreV6®*. Pardubice.

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CAD	Computer Aided Drafting
ČSN	Česká Státní Norma
Bpv	výškový systém Baltský po vyrovnání
CHKO	Chráněná Krajinná Oblast
GIS	Geographic Information System
GLONASS	GLObalnaja NAVigacionnaja Sputnikovaja Sistěma
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning Systém
KM	Katastrální Mapa
k.ú.	katastrální území
RTK	Real Time Kinematic
S-JTSK	souřadnicový Systém Jednotné Trigonometrické Sítě Katastrální
SQL	Structured Query Language
TMO	Technická Mapa Obce
VRS	Virtuální Referenční Stanice
WKB	Well Known Binary
ZhB	Zhušřovací Bod

12 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

12.1 Seznam obrázků

Obr. 1 Blansko [zdroj podkladu: www.mapy.cz].....	10
Obr. 2 potok Sloupečník.....	11
Obr. 3 Vstup do areálu Metry Blansko.....	12
Obr. 4 Trimble M3-DR2“.....	16
Obr. 5 Trimble R4-3.....	17
Obr. 6 Trimble R6-4.....	17
Obr. 7 Nedo F24.....	18
Obr. 8 GP 20B.....	19
Obr. 9 Pásmo.....	19
Obr. 10 Stabilizace bodu pomocné měřické sítě měřickým hřebem.....	20
Obr. 11 Výřez z přehledného náčrtu pomocné měřické sítě.....	21
Obr. 12 Princip metody rajonu [11].....	22
Obr. 13 Princip geometrické nivelace ze středu [9].....	23
Obr. 14 Polární metoda [14].....	24
Obr. 15 Podrobné měření – nadzemní vedení plynovodů.....	25
Obr. 16 Příklad klimatizačních jednotek.....	26
Obr. 17 Uživatelské prostředí G-NET.....	29
Obr. 18 Nastavování vlastností sítě v softwaru G-NET.....	30
Obr. 19 GV výpočty.....	33
Obr. 20 GP – geometrický plán – výpočty.....	34
Obr. 21 Logo GeoStoreV6® a GEOVAP [16].....	38
Obr. 22 Techline NATAH.....	39
Obr. 23 Panel kreslení a GSProjectDraw.....	39
Obr. 24 Vzor souboru XML v textovém formátu [16].....	40
Obr. 25 Revize – grafika.....	41
Obr. 26 revize – topologie.....	41
Obr. 27 ADisplay.....	42
Obr. 28 Porovnání zapnutý X vypnutý ADisplay.....	43
Obr. 29 Správa atributů.....	44
Obr. 30 Výstup KML v programu Google Earth Pro.....	45
Obr. 31 Tabulka popisných informací.....	45

12.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 Seznam kódů použitých při měření	26
Tabulka 2 Kritéria přesnosti [dle ČSN 01 3410]	28
Tabulka 3 Seznam souřadnic vyrovnaných bodů pomocné měřické sítě použitých v jižní lokalitě	30
Tabulka 4 Seznam vyrovnaných výšek bodů pomocné měřické sítě použitých v jižní lokalitě	31
Tabulka 5 Přehled testování přesnosti určení souřadnic	36
Tabulka 6 Přehled testování přesnosti výšek	37

13 SEZNAM PŘÍLOH

1. Účelová mapa v měřítku 1:250
2. Přehledný náčrt pomocné měřické sítě
3. CD
 - 3.1. GNSS
 - 3.2. Zápisníky měření
 - 3.3. Protokoly o výpočtech
 - 3.4. Seznamy souřadnic
 - 3.5. Testování přesnosti
 - 3.6. Účelová mapa
 - 3.7. Přehledný náčrt pomocné měřické sítě
 - 3.8. KML